(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 100 20 464 A 1**

(51) Int. Cl.[7]: H 01 L 33/00

(21) Aktenzeichen: 100 20 464.3
(22) Anmeldetag: 26. 4. 2000
(43) Offenlegungstag: 8. 11. 2001

DE1,

DE 100 20 464 A 1

(71) Anmelder:

OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG, 93049 Regensburg, DE

(74) Vertreter:

Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

(72) Erfinder:

Härle, Volker, Dr., 93164 Laaber, DE; Bader, Stefan, 93053 Regensburg, DE; Hahn, Berthold, Dr., 93155 Hemau, DE; Lugauer, Hans-Jürgen, 93173 Wenzenbach, DE

(56) Entgegenhaltungen:

DE	29 15 888 C2
DE	199 21 987 A1
DE	198 38 810 A1
DE	100 00 088 A1
DE	69 008 93 1T2
US	59 28 421 A
US	58 74 747 A
US	52 10 051 A
WO	92 13 363 A2

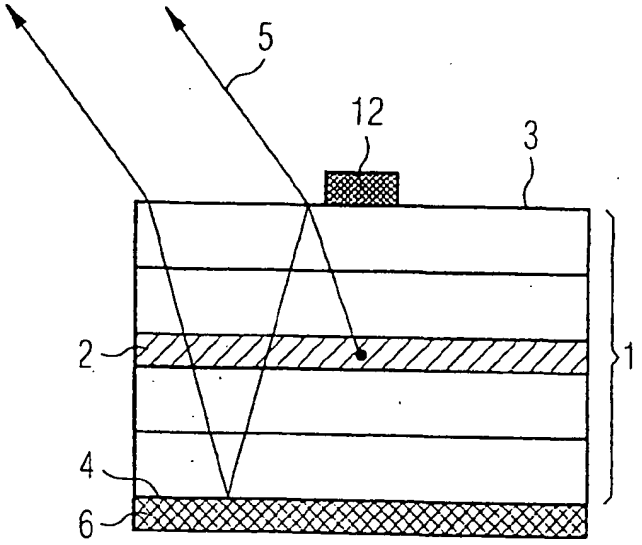
JP 10-150220 A (abstract), JPO, 1998;
JP 4-223330 A (abstract), JPO & Japio, 1992,
In: DOKIDX in DEPATIS;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis

(57) Die Erfindung beschreibt ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis, dessen Halbleiterkörper durch einen Stapel unterschiedlicher GaN-Halbleiterschichten (1) gebildet ist. Der Halbleiterkörper weist eine erste Hauptfläche (3) und eine zweite Hauptfläche (4) auf, wobei die erzeugte Strahlung durch die erste Hauptfläche (3) ausgekoppelt wird und auf der zweiten Hauptfläche (4) ein Reflektor (6) ausgebildet ist.
Weiterhin beschreibt die Erfindung ein Herstellungsverfahren für ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement. Dabei wird zunächst auf ein Substrat eine Zwischenschicht aufgebracht und auf diese eine Mehrzahl von GaN-Schichten (1), die den Halbleiterkörper des Bauelements bilden. Anschließend wird das Substrat und die Zwischenschicht abgelöst und auf einer Hauptfläche des Halbleiterkörpers ein Reflektor (6) ausgebildet.



DE 100 20 464 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Herstellungsverfahren hierfür nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

[0002] Strahlungsemittierende Halbleiterbauelemente auf GaN-Basis sind beispielsweise bekannt aus US 5 210 051. Solche Halbleiterbauelemente enthalten einen Halbleiterkörper mit einer aktiven GaN-Schicht, die auf ein SiC-Substrat aufgebracht ist. Kontaktiert ist der Halbleiterkörper vorderseitig an der lichtauskoppelnden GaN-Schicht und rückseitig an dem SiC-Substrat.

[0003] Weiterhin ist beispielsweise aus US 5 874 747 bekannt, statt GaN verwandte Nitride sowie darauf basierende ternäre oder quaternäre Mischkristalle zu verwenden. Insbesondere fallen hierunter die Verbindungen AlN, InN, AlGaN, InGaN, InAlN und AlInGaN.

[0004] Im folgenden bezieht sich die Bezeichnung "GaN" auf diese ternären und quaternären Mischkristalle sowie Galliumnitrid selbst.

[0005] Ferner ist bekannt, GaN-Halbleiterkristalle epitaktisch herzustellen. Als Substrat wird üblicherweise ein Saphirkristall oder SiC verwendet. Gemäß US 5 928 421 ist hinsichtlich der Vermeidung von Gitterfehlern ein SiC-Substrat vorzuziehen, da aufgrund der vergleichsweise großen Gitterfehlanpassung zwischen Saphir und GaN die auf Saphir aufgewachsenen GaN-Schichten eine hohe Anzahl von Gitterfehlern aufweisen.

[0006] Ein Nachteil von strahlungsemittierenden GaN-Halbleiterbauelementen besteht darin, daß an der Oberfläche, an der die im Halbleiterkörper erzeugte Strahlung ausgekoppelt wird, ein großer Brechungsindexsprung beim Übergang vom Halbleiterkörper zur Umgebung auftritt. Ein großer Brechungsindexsprung führt dazu, daß ein erheblicher Teil der Strahlung wieder in den Halbleiterkörper zurückreflektiert wird und dadurch die Strahlungsausbeute des Bauelements gemindert wird.

[0007] Eine Ursache hierfür liegt in der Totalreflexion der erzeugten Strahlung an der Auskoppelfläche. Lichtstrahlen werden vollständig in den Halbleiterkörper zurückreflektiert, falls der Einfallswinkel der Lichtstrahlen auf die Auskoppelfläche größer ist als der Totalreflexionswinkel, bezogen jeweils auf die Oberflächennormale. Mit steigendem Unterschied zwischen dem Brechungsindex des Halbleiterkörpers und der Umgebung sinkt der Totalreflexionswinkel und der Anteil der totalreflektierten Strahlung steigt.

[0008] Außerdem werden auch Lichtstrahlen, deren Einfallswinkel kleiner ist als der Totalreflexionswinkel, teilweise in den Halbleiterkörper zurückreflektiert, wobei der zurückreflektierte Anteil um so größer ist, je größer der Brechungsindexunterschied zwischen Halbleiterkörper und Umgebung ist. Ein großer Brechungsindexsprung, wie er bei GaN-Bauelementen auftritt, führt daher zu großen Reflexionsverlusten an der Auskoppelfläche. Die zurückreflektierte Srahlung wird teilweise im Halbleiterkörper absorbiert oder tritt an einer anderen Fläche als der Auskoppelfläche aus, so daß insgesamt die Strahlungsausbeute reduziert wird.

[0009] Ein Mittel, die Strahlungsausbeute zu erhöhen, besteht darin, auf das Substrat des Halbleiterkörpers einen Reflektor aufzubringen. Dies ist beispielsweise in DE 43 05 296 gezeigt. Dadurch wird die in den Halbleiterkörper zurückreflektierte Strahlung wiederum in Richtung der Auskoppelfläche gerichtet, so daß der zurückreflektierte Teil der Strahlung nicht verlorengeht, sondern zumindest teilweise nach einer oder mehreren internen Reflexionen ebenfalls ausgekoppelt wird.

[0010] Bei strahlungsemittierenden GaN-Bauelementen nach dem Stand der Technik ist es in dieser Hinsicht von Nachteil, ein absorbierendes Substrat wie beispielsweise SiC zu verwenden. Die in den Halbleiterkörper zurückreflektierte Strahlung wird vom Substrat großteils absorbiert, so daß eine Erhöhung der Strahlungsausbeute mittels eines Reflektors nicht möglich ist.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Halbleiterbauelement auf GaN-Basis mit erhöhter Lichtausbeute zu schaffen. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung solcher Halbleiterbauelemente zu entwickeln.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 beziehungsweise ein Herstellungsverfahren nach Anspruch 8 gelöst.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 7. Die Unteransprüche 9 bis 17 geben vorteilhafte Ausführungsformen des Herstellungsverfahrens nach Anspruch 8 an.

[0014] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, das strahlungsemittierende Halbleiterbauelement auf GaN-Basis als Dünnschichtbauelement auszubilden, das insbesondere kein strahlungsabsorbierendes Substrat aufweist. Der Halbleiterkörper des Bauelements ist von einer stapelförmig angeordneten Mehrzahl unterschiedlicher Schichten auf GaN-Basis gebildet. Im Betrieb erzeugt eine aktive Halbleiterschicht auf GaN-Basis elektromagnetische Strahlung, die durch eine erste Hauptfläche des Stapels ausgekoppelt wird. Auf eine zweite Hauptfläche des Stapels ist ein Reflektor aufgebracht, so daß der Teil der Strahlung, der bei der Auskopplung zunächst in den Halbleiterkörper zurückreflektiert wird, mittels dieses Reflektors wieder in Richtung der Auskopplungsfläche gerichtet wird.

[0015] Damit wird neben dem primär ausgekoppelten Anteil der erzeugten Strahlung ein weiterer Teil nach einer oder mehreren internen Reflexionen an dem Reflektor ausgekoppelt. Insgesamt wird so der Auskopplungsgrad gegenüber einem GaN-Halbleiterbauelement nach dem Stand der Technik erhöht.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die GaN-basierenden Halbleiterschichten aus GaN, AlN, InN, AlGaN, InGaN, InAlN oder AlInGaN. Durch Verwendung dieser Materialien kann die Zentralwellenlänge der erzeugten Strahlung in einem weiten Bereich des sichtbaren Spektralbereichs bis in den ultravioletten Spektralbereichs eingestellt werden. Mit der vorliegenden Erfindung können so mit besonderem Vorteil blaue und grüne Leuchtdioden, UV-Leuchtdioden sowie entsprechende Laserdioden realisiert werden.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann der Reflektor durch eine metallische Kontaktfläche ausgebildet sein. Diese dient sowohl als Reflektor als auch zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers. Vorteilhafterweise sind bei dieser Ausführungsform reflektorseitig keine weiteren Vorrichtungen zur Kontaktierung des Halbleiterkörpers nötig. Als Material für die Kontaktflächen eignen sich besonders Al und Ag sowie Al- und Ag-Legierungen.

[0018] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Reflektor durch eine dielektrische Verspiegelung ausgebildet. Eine solche Verspiegelung kann durch Aufbringung einer Schichtenfolge aus SiO_2 bzw. TiO_2 auf den Halbleiterkörper hergestellt sein. Mit dielektrische Verspiegelungen kann vorteilhafterweise eine verlustfreie Reflexion in einem breiten Wellenlängenbereich erzielt werden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die gesamte freie Oberfläche des Halbleiterkörpers oder

ein Teilbereich davon aufgerauht. Durch diese Aufrauhung wird die Totalreflektion an der Auskoppelfläche gestört und dadurch mit Vorteil der optische Auskopplungsgrad weiter erhöht.

[0020] Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren wird zunächst auf ein Substrat eine Zwischenschicht aufgebracht. Auf dieser Zwischenschicht wird eine Mehrzahl unterschiedlicher, GaN-basierender Halbleiterschichten abgeschieden. Diese Schichten auf GaN-Basis bilden den Halbleiterkörper des Bauelements. Im nächsten Schritt wird von dem so gebildeten Stapel von GaN-basierenden Schichten das Substrat einschließlich der Zwischenschicht abgelöst. In einem weiteren Schritt wird auf eine der beiden Hauptflächen des Halbleiterkörpers ein Reflektor aufgebracht.

[0021] Bei einer weiteren Ausführungsform wird ein Si-Substrat verwendet, auf das eine SiC-Zwischenschicht aufgebracht ist. SiC eignet sich besonders für die Herstellung von GaN-Bauelementen, da es eine ähnliche Gitterkonstante wie GaN besitzt, so daß auf SiC abgeschiedene Schichten auf GaN-Basis eine geringe Zahl von Gitterfehlern aufweisen.

[0022] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Zwischenschicht mittels eines Waferbonding-Verfahrens aufgebracht und danach abgedünnt. Bei der Verwendung eines Si-Substrats und einer SiC-Zwischenschicht kann vorteilhafterweise der Si-Wafer mit dem SiC-Wafer durch Ausbildung einer SiO_2-Schicht verbunden werden.

[0023] Alternativ kann die Zwischenschicht epitaktisch aufgewachsen werden, wodurch besonders homogene Zwischenschichten herstellbar sind.

[0024] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Reflektor durch Aufbringung eines spiegelnden Metallkontakts auf den GaN-Halbleiterkörper ausgebildet. Als Materialien für den Metallkontakt eignen sich aufgrund ihrer Reflektivität sowie ihrer Bond-Eigenschaften besonders Ag und Al sowie Ag- und Al-Legierungen.

[0025] Eine weiteren Ausführungsform des Herstellungsverfahrens besteht darin, den Reflektor als dielektrischen Spiegel in Form einer Mehrzahl von dielektrischen Schichten auszubilden, woraus sich die oben beschriebenen Vorteile eines dielektrischen Reflektors ergeben.

[0026] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird das Herstellungsverfahren fortgeführt durch eine Aufrauhung des Halbleiterkörpers, wobei die gesamte freie Oberfläche des Halbleiterkörpers oder Teilbereiche hiervon aufgerauht werden. Eine bezüglich der Erhöhung der Lichtausbeute besonders effektiver Aufrauhung wird durch Anätzen des Halbleiterkörpers oder mittels eines Sandstrahlverfahrens hergestellt.

[0027] Bei einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird vor dem Abscheiden der GaN-Schichten auf der Zwischenschicht eine Maskenschicht aufgebracht. Diese Maskenschicht strukturiert die GaN-Schichten und teilt insbesondere die GaN-Schichten in mehrere, nicht zusammenhängende Bereiche. Dies verhindert mit großem Vorteil Rißbildung und Ablösung der Zwischenschicht vom Substrat. Vorteilhafterweise wird – insbesondere bei Verwendung von SiC als Zwischenschichtmaterial – als Maske eine Oxidmaske ausgebildet.

[0028] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von vier Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 4. Es zeigen:

[0029] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements,

[0030] Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements,

[0031] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens und

[0032] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

[0033] Das in Fig. 1 dargestellte strahlungsemittierende Halbleiterbauelement weist eine Mehrzahl von stapelförmig angeordneten, unterschiedlichen Halbleiterschichten **1** auf, die aus GaN oder einer darauf basierenden ternären oder quaternären Verbindung bestehen. Im Betrieb bildet sich innerhalb dieser Schichten eine aktive Zone **2** aus, in der die Strahlung **5** generiert wird.

[0034] Der Schichtstapel wird von einer ersten Hauptfläche **3** und einer zweiten Hauptfläche **4** begrenzt. Im wesentlichen wird die erzeugte Strahlung **5** durch die erste Hauptfläche **3** in die angrenzende Umgebung ausgekoppelt.

[0035] Auf der zweiten Hauptfläche **4** ist ein Reflektor **6** aufgebracht, gebildet von einer direkt auf den Halbleiterkörper aufgedampften Ag-Schicht. Kontaktiert wird der Halbleiterkörper auf der Auskopplungsseite über die Kontaktfläche **12** sowie reflektorseitig über die Ag-Reflektorschicht. Die reflektorseitige Kontaktierung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß der Halbleiterkörper reflektorseitig auf einen Metallkörper aufgesetzt ist, der sowohl als Träger wie auch der Stromzuführung dient.

[0036] Der Reflektor **6** bewirkt, daß ein Teil der Strahlung **5**, die bei der Auskopplung an der ersten Hauptfläche **3** in den Halbleiterkörper zurückreflektiert wird, wiederum in Richtung der ersten Hauptfläche **3** reflektiert wird, so daß insgesamt die durch die erste Hauptfläche **3** ausgekoppelte Strahlungsmenge erhöht wird. Diese Erhöhung wird dadurch ermöglicht, daß das Bauelement als Dünnschichtbauelement ohne stahlungsabsorbierendes Substrat ausgeführt ist und der Reflektor **6** direkt auf dem GaN-Halbleiterkörper aufgebracht ist.

[0037] Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement unterscheidet sich von dem in Fig. 1 gezeigten Bauelement darin, daß die Oberfläche des Halbleiterkörpers eine Aufrauhung **7** aufweist. Diese Aufrauhung **7** bewirkt eine Streuung der Strahlung **5** an der ersten Hauptfläche **3**, so daß die Totalreflexion an der ersten Hauptfläche **3** gestört wird. Weitergehend verhindert diese Streuung, daß die erzeugte Strahlung durch fortlaufende, gleichartige Reflexionen zwischen den beiden Hauptflächen **3** und **4** bzw. dem Reflektor **6** nach Art eines Lichtleiters geführt wird, ohne den Halbleiterkörper zu verlassen. Somit wird durch die Aufrauhung **7** die Lichtausbeute weiter erhöht.

[0038] In Fig. 3 ist ein erste Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens gezeigt. Den Ausgangspunkt stellt ein Si-Substrat **8** dar, Fig. 3a. Auf dieses Si-Substrat wird in einem ersten Schritt eine SiC-Zwischenschicht **9** mittels eines Waferbonding-Verfahrens aufgebracht, wobei zwischen den beiden Substraten eine SiO_2-Schicht **10** ausgebildet wird, Fig. 3b. Im nächsten Schritt wird das SiC-Substrat **9** bis auf wenige Mikrometer abgedünnt, Fig. 3c. Auf dem abgedünnten SiC-Substrat **9** wird epitaktisch mittels eines MOCVD-Verfahrens eine Mehrzahl unterschiedlicher GaN-Halbleiterschichten **1** abgeschieden, die den Halbleiterkörper des erfindungsgemäßen Bauelements bilden, Fig. 3d. Nach der Herstellung des GaN-Schichtstapels wird das Si-Substrat **9** sowie die SiC-Zwischenschicht **10** entfernt, Fig. 3e. Danach wird auf eine Hauptfläche **4** des GaN-Halbleiterkörpers eine spiegelnde

metallische Kontaktfläche 6, bestehend aus einer Ag- oder Al-Legierung, aufgedampft, Fig. 3f.

[0039] Um Totalreflexion an der ersten Hauptfläche 3 zu mindern, kann anschließend der Halbleiterkörper durch ein Sandstrahlverfahren oder durch Anätzen mit einer geeigneten Ätzmischung aufgerauht werden.

[0040] Die in Fig. 4 dargestellte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens verläuft bis einschließlich des Abdünnens des SiC-Substrats 10 (Fig. 4a bis Fig. 4c) analog zu dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied dazu wird vor dem Abscheiden der GaN-Schichten 1 eine Oxidmaske 11 auf die SiC-Schicht 10 aufgebracht, Fig. 4d. Diese Oxidmaske 11 bewirkt, daß im nächsten Schritt die GaN-Schichten 1 nur auf den von der Maske nicht bedeckten Teilbereichen der SiC-Zwischenschicht aufwachsen.

[0041] Da die so gebildeten GaN-Schichten 1 entlang der Schichtebene unterbrochen sind, werden Verspannungen, die auf den unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von SiC und GaN beruhen und vor allem bei Abkühlen des Bauelements nach der Herstellung entstehen, vermindert. Dies führt vorteilhafterweise zu einer geringeren Rißbildung in den GaN-Schichten 1 und unterbindet eine Delamination der SiC-Zwischenschicht 9 vom Substrat. Die Herstellung des Reflektors 6, Fig. 4g, erfolgt wie oben beschrieben.

[0042] Die Erläuterung des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements und des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens anhand der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele ist natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung zu betrachten. Insbesondere unterliegt Zusammensetzung und die Dimensionierung des GaN-Schichtstapels hinsichtlich der Ausbildung einer Leuchdioden- oder Laserstruktur keinen weiteren Einschränkungen.

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement, dessen Halbleiterkörper durch einen Stapel unterschiedlicher Halbleiterschichten auf GaN-Basis (1) gebildet ist und der eine erste Hauptfläche (3) und eine zweite Hauptfläche (4) aufweist, wobei wenigstens ein Teil der erzeugten Strahlung (5) durch die erste Hauptfläche (3) ausgekoppelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die zweite Hauptfläche (4) ein Reflektor (6) aufgebracht ist.

2. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterschichten (1) aus GaN, AlN, InN, AlGaN, InGaN, InAlN oder AlInGaN bestehen.

3. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (6) durch eine spiegelnde, metallische Kontaktfläche gebildet ist.

4. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche aus Ag, Al oder einer Ag- oder Al-Legierung besteht.

5. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (6) durch eine dielektrische Verspiegelung ausgebildet ist.

6. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Verspiegelung durch eine Mehrzahl von dielektrischen Schichten gebildet ist.

7. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte freie Oberfläche des Halbleiterkörpers oder ein Teilbereich davon aufgerauht ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements, dessen Halbleiterkörper durch einen Stapel unterschiedlicher Halbleiterschichten auf GaN-Basis (1) gebildet ist und der eine erste Hauptfläche (3) und eine zweite Hauptfläche (4) aufweist, wobei wenigstens ein Teil der erzeugten Strahlung (5) durch die erste Hauptfläche (3) ausgekoppelt wird und die zweite Hauptfläche (4) einen Reflektor (6) aufweist, gekennzeichnet durch die Schritte
 - Aufbringen einer Zwischenschicht (9) auf ein Substrat (8)
 - Aufbringen einer Mehrzahl unterschiedlicher GaN-Schichten (1) auf die Zwischenschicht (9)
 - Ablösen des Substrats (8) einschließlich der Zwischenschicht (9)
 - Aufbringen des Reflektors (6) auf die zweite Hauptfläche (4) des GaN-Halbleiterkörpers.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Substrat (8) ein Si-Substrat verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine SiC-Zwischenschicht aufgebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (9) durch ein Waferbonding-Verfahren aufgebracht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (9) epitaktisch aufgebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (6) durch Aufbringen einer Metallschicht gebildet wird, die zugleich der Kontaktierung des Halbleiterkörpers dient.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß vor Herstellung der GaN-Schichten (1) auf die Zwischenschicht (9) eine Maske (11) aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper aufgerauht wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper durch Ätzen aufgerauht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper durch ein Sandstrahlverfahren aufgerauht wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Nummer: DE 100 20 464 A1
Int. Cl.[7]: H01L 33/00
Offenlegungstag: 8. November 2001

FIG 1

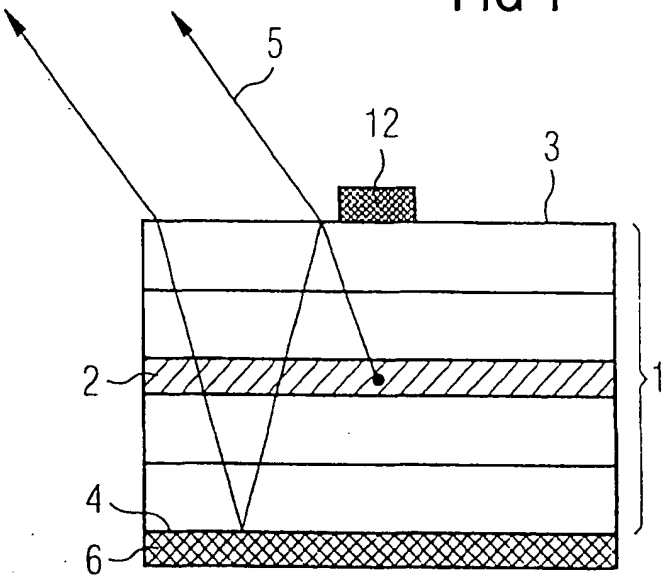
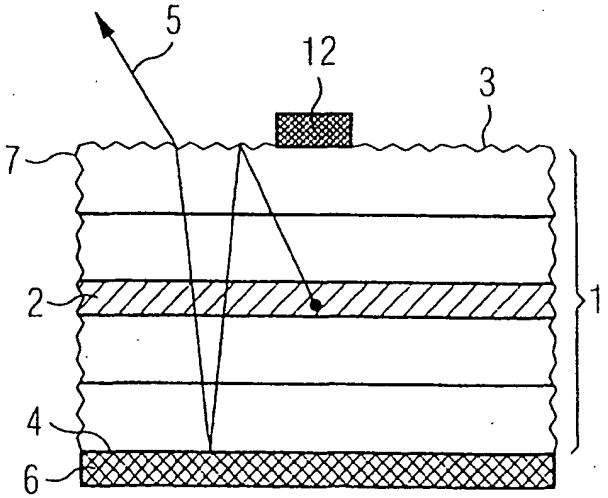


FIG 2



Nummer: DE 100 20 464 A1
Int. Cl.[7]: H01L 33/00
Offenlegungstag: 8. November 2001

FIG 3A



FIG 3B

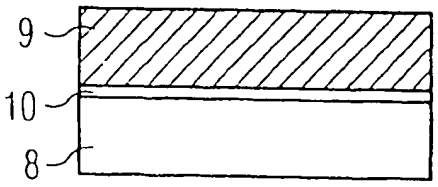


FIG 3C

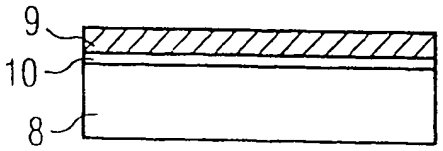


FIG 3D

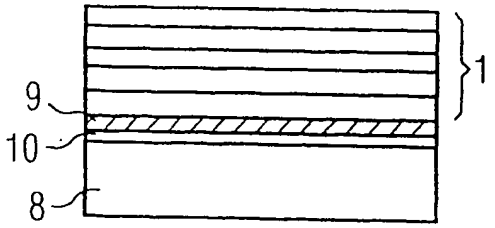


FIG 3E

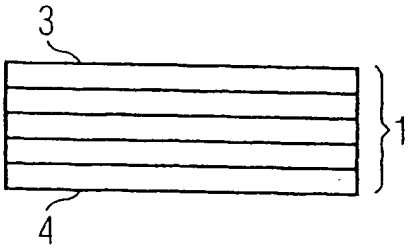
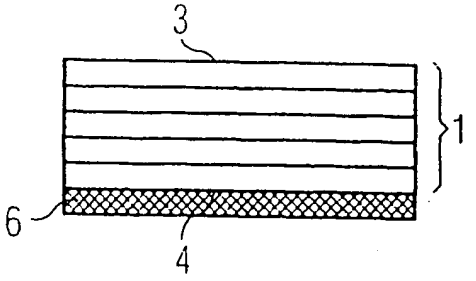


FIG 3F



Nummer: DE 100 20 464 A1
Int. Cl.[7]: H 01 L 33/00
Offenlegungstag: 8. November 2001

FIG 4A



FIG 4B

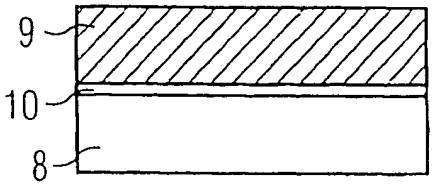


FIG 4C

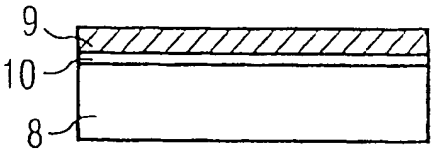


FIG 4D

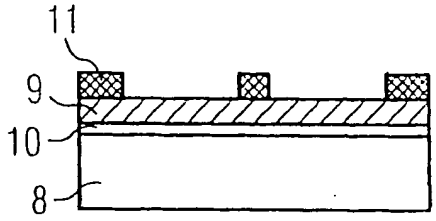


FIG 4E

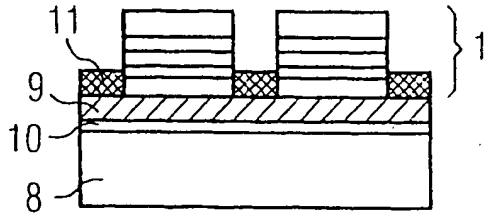


FIG 4F

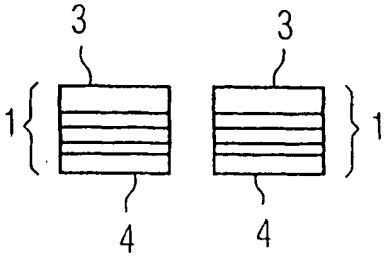
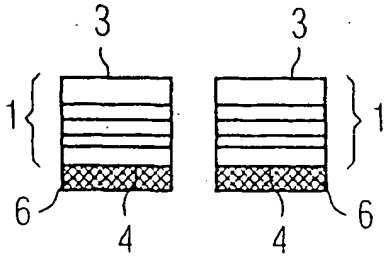


FIG 4G



Light-emitting diode with a structured surface

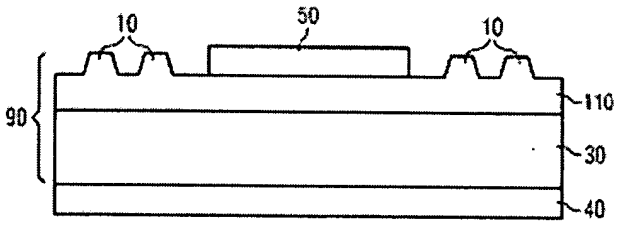
Patent number: DE19943406
Publication date: 2001-04-12
Inventor: WIRTH RALPH (DE)
Applicant: OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH (DE)
Classification:
- international: H01L33/00
- european: H01L33/00B6B; H01L33/00C5
Application number: DE19991043406 19990910
Priority number(s): DE19991043406 19990910

Also published as:
WO0118883 (A1)
EP1210737 (A1)
US6649939 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE19943406
Abstract of corresponding document: **US6649939**

For improving the light output, a light-emitting diode has at least one section of a light exit-side surface covered with a plurality of truncated pyramids. Light radiations, which are emitted by a light-generating layer, enter into the truncated pyramids through a base area and are efficiently coupled out of the sidewalls of the pyramids.



Data supplied from the ***esp@cenet*** database - Worldwide